

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-251779

(43)公開日 平成6年(1994)9月9日

(51)Int.Cl.⁵

H 0 1 M 8/02
8/10

識別記号

E 8821-4K
8821-4K

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 6 頁)

(21)出願番号 特願平5-35241

(22)出願日 平成5年(1993)2月24日

(71)出願人 000000033

旭化成工業株式会社

大阪府大阪市北区堂島浜1丁目2番6号

(72)発明者 野秋 康秀

宮崎県延岡市旭町6丁目4100番地 旭化成
工業株式会社内

(72)発明者 岡本 三郎

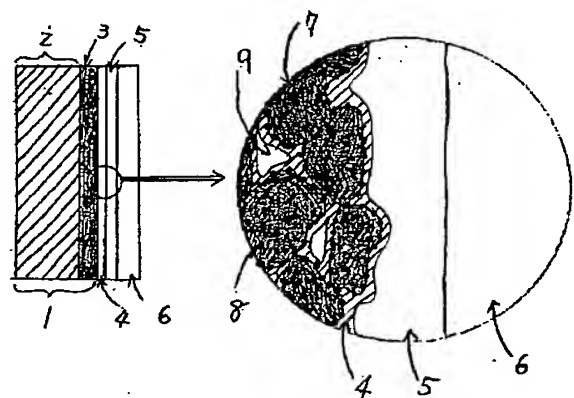
宮崎県延岡市旭町6丁目4100番地 旭化成
工業株式会社内

(54)【発明の名称】 燃料電池用固体高分子電解質層と電極との接合体の作成方法

(57)【要約】

【目的】 製作が簡単で接合界面や固体高分子電解質層の電気抵抗、物質移動抵抗が小さい密着性のすぐれた燃料電池用固体高分子電解質と電極の接合体の製作方法を提供することにある。

【構成】 燃料電池用固体高分子電解質と電極との接合体を製作する際、電極上に高分子電解質となるフッ素系ポリマーの溶液を電極触媒を有する側に塗布し乾燥させた後、熱処理することにより第一層を形成し、更に第一層上にスルホン酸基を含むフッ素系ポリマー溶液を塗布することにより、第二層以降の層を形成する燃料電池用固体高分子電解質と電極との接合体の製作方法。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 燃料電池用固体高分子電解質層と電極との接合体を作成するに際し、該電極の電極触媒を有する側表面に高分子電解質となるスルホン酸基を含むフッ素系ポリマーの溶液を塗布し乾燥させた後、熱処理することにより第一層を形成し、更に該第一層上に、スルホン酸基を含むフッ素系ポリマー溶液を塗布し乾燥させた後、熱処理する工程を少なくとも1回行うことにより、第二層以降の層を形成することを特徴とする燃料電池用固体高分子電解質層と電極との接合体の作成方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、燃料電池を構成する燃料電池用固体高分子電解質と電極との接合体の作成方法に関する。

【0002】

【従来の技術】燃料電池用固体高分子電解質層と電極との接合体として必要な要素の中で特に重要なことは、電極と固体高分子電解質との接合面での電気抵抗が低いこと、固体高分子電解質自身の電気抵抗が低いこと、高分子電解質が過剰なガス透過性を有しないこと、長期間の使用に対して化学的耐久性や安定性に優れていること及び物理的な強度が強いこと等が上げられる。

【0003】上記の要素の中で現在特に問題となっているのは、燃料電池用固体高分子電解質自体の電気抵抗がまだ高く燃料電池出力ロスの大きな部分を占めている事である。近年、燃料電池はクリーンな電気エネルギー供給源として注目されており、特にその中で、燃料電池用固体高分子電解質層としてイオン交換膜を用いた固体高分子電解質燃料電池は、作動温度が100℃以下と低くても、そのエネルギー密度が高いことから、移動用の電源として例えば電気自動車の電源や、簡易補助電源等として期待されている。

【0004】固体高分子電解質燃料電池は、一般に固体高分子電解質を膜状に成形したいわゆるイオン交換膜をはさんでその両側に電極が接合されており、ガス拡散電極の一方には燃料（例えば水素）が供給され、もう一方には酸化体（例えば酸素又は空気）が供給されることにより電極反応を生ずる構造になっている。燃料電池内では、電極触媒により、供給された燃料が酸化されプロトン即ち水素イオンを発生し、イオン交換膜内をイオン伝導によりもう一方の電極に到達し、酸化体により水を生成する反応が起こっている。

【0005】イオン交換膜は燃料電池の電極と密接に接合されており、実質的に電極と一体構造に形成されて用いられている。したがって、イオン交換膜は燃料電池内において、水素イオンを伝導するための電解質としての役割と、燃料と酸化体が加圧下においても直接混合しないための隔膜としての役割の両方を備える必要がある。

【0006】このような燃料電池に用いられるイオン交

換膜は、ポリマー主鎖に化学的に結合した複数の酸官能基を備えたプロトン交換型ポリマーフィルムであり、例えばスルホン化ポリスチレンであってもよく、実質的にフッ素化されたスルホン酸ポリマーであっても良い。しかし耐久性の面から、フッ素化されたスルホン酸ポリマーが使われる場合が多い。

【0007】しかし、現状ではまだ実用的な電極とイオン交換膜との接合方法は確立されておらず、そのため性能も一定していない。更に、イオン交換膜自体の電気抵抗も十分低いとは言えず燃料電池出力のロスの大きな原因ともなっている。現在用いられている燃料電池用のフッ素系のイオン交換膜は、イオン交換膜法クロルアルカリ電解で大量に使用されているものとポリマー構造は類似のものであり、例えばデュボン社製のナフィオン（登録商標）等の酸型のものがよく用いられている。しかしイオン交換膜は、一般的には100μm以上の厚みがあり、電気抵抗を低減するために厚みを小さくしようとしても、膜を製造する際に大きな困難が伴う他、使用する際にも強度が弱くなる等の不都合が生じる傾向があった。

【0008】イオン交換膜の抵抗を低くしようとすれば、最も簡単な方法としてイオン交換膜の厚みを薄くすることである。しかしイオン交換膜の厚みは製造上限界があることや、厚みを薄くすることによって強度が低下し、電極との接合の際破損する等の問題が生じる危険性が有った。又現在、イオン交換膜とガス拡散電極を接合する際には、あらかじめイオン交換膜と類似のイオン交換樹脂成分の溶液を電極の触媒面に一定量塗布し乾燥させた上で熱プレスにより一体に接合している。イオン交換樹脂成分の溶液は、例えばデュボン社製のナフィオン（登録商標）等の酸型のイオン交換樹脂を水とプロパノールやエチルアルコールと言った水と混合可能な有機溶剤の混合液に約5%溶解したものがよく用いられている。

【0009】しかし、ガス拡散電極にイオン交換樹脂成分を含んだ溶液を塗布する際の、塗布量や、イオン交換樹脂成分を含んだ溶液の粘度や濃度、皮膜を形成する際の乾燥条件等により、電極とイオン交換膜の接合体の燃料電池作動時の性能にバラツキが生じやすく再現性のある結果は得にくい状況にある。以上の点から、密着性に優れた電気抵抗の低い燃料電池用固体高分子電解質と電極の接合体を製作することは非常に難しかった。

【0010】特開平4-264367号公報に提案されている燃料電池では、固体高分子電解質型燃料電池におけるイオン交換膜の薄膜化を可能にし、電気抵抗を低減しようとしている。しかしこの公報に開示されている方法でもまだ不十分であり、また実際には電極触媒層に多量に固体高分子電解質成分がしみこみ、電極の細孔を閉塞して性能を低下させたり、固体高分子電解質層の厚みを制御しにくい等の問題点もあった。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、燃料電池用のガス拡散電極と固体高分子電解質との接合体を作成する際、作成が簡単で、かつ接合界面や固体高分子電解質層の電気抵抗の低い燃料電池用固体高分子電解質と電極の接合体の作成方法を提供することを目的とする。

【0012】

【課題を解決するための手段】本発明者等は製作しやすい電極とイオン交換膜との密着性の優れた電気抵抗の低い接合体を製作する方法を種々検討した結果、本発明を完成させたものである。すなわち、本発明は、燃料電池用固体高分子電解質層と電極との接合体を作成するに際し、該電極の電極触媒を有する側表面に高分子電解質となるスルホン酸基を含むフッ素系ポリマーの溶液を塗布し乾燥させた後、熱処理することにより第一層を形成し、更に該第一層上に、スルホン酸基を含むフッ素系ポリマー溶液を塗布し乾燥させた後、熱処理する工程を少なくとも1回行うことにより、第二層以降の層を形成することを特徴とする燃料電池用固体高分子電解質層と電極との接合体の作成方法である。

【0013】燃料電池は、電池に供給される燃料の酸化により化学的エネルギーを直接電気エネルギーに変換する電気化学装置であり、その構造によりいくつかの種類があるが、本発明が利用できるのは、電解質として固体高分子電解質、特にフッ素系プロトン交換型樹脂層を有する燃料電池である。燃料電池に用いられるガス拡散電極は、ガスが透過可能な微細孔を有しており、一般的には活性炭のようなカーボン粒子に微細な白金粒子を担持させたものと、テトラフルオロエチレン粉末を混合し熱プレス成形したものが用いられている。このタイプのガス拡散電極のとしてE-T E K社製の電極が多く使用されている。

【0014】本発明においては、まずガス拡散電極の触媒層上にスルホン酸基を含むフッ素系ポリマーの溶液を塗布し100℃以下で乾燥させ、十分に溶媒が蒸発し乾燥した後に120℃以上で熱処理をすることにより第一層を形成し、第一層上に再度スルホン酸基を含むフッ素系ポリマー（以下、イオン交換樹脂成分という。）の溶液で第二層を塗布し乾燥させる。このようにすると第二層を塗布しても塗布溶液が電極内部にしみ込まず必要な厚みの塗膜が得られるのである。

【0015】ガス拡散電極の触媒層上にイオン交換樹脂成分の溶液を塗布すると、その溶液は電極内にしみ込んでゆく。その際電極内の細孔中の触媒は溶液で覆われその結果乾燥後には触媒表面は電解質でもあるイオン交換樹脂成分の薄膜に覆われることになる。しかし、あまり塗布する溶液の量が多すぎると、電極内の細孔をイオン交換樹脂成分で塞いでしまい、ガスの透過が阻害され、逆に少な過ぎると、触媒粒子の表面に電解質がなく電極反応が進行しなくなる。したがって適度な量のイオン交

換樹脂成分が電極触媒層には必要である。

【0016】このため従来は、電極触媒層上塗布する最適な量を経験的に決めておき、あらかじめその量を塗布しておいて、イオン交換膜と接合する方法をとらざるを得なかった。しかし本発明の場合は、第一層を120℃以上の温度で熱処理しているので、第一層上に新たにイオン交換樹脂成分を含む溶液を塗布しても電極内部までしみ込まず、第二層は任意の厚みで塗布することができる利点がある。第二層以降は従来の概念で言えばイオン交換膜に相当する部分でありこの部分の厚みを任意にコントロールできると、イオン交換膜を事実上どのような厚みにでもできることを意味する。したがって、イオン交換膜の抵抗を低下させることや、その他燃料電池にとっては重要な要素となっているイオン交換膜内の水分の拡散量もある程度制御できることにもなる。

【0017】本発明において、第一層の乾燥温度としてはイオン交換樹脂成分の溶媒があまり急速に蒸発しない程度の温度が望ましい。そのためには100℃以下20℃以上であることが好ましく、更に好ましくは80℃以下、特に好ましくは60℃以下で乾燥することである。又、第一層目のイオン交換樹脂層を塗布して乾燥したのち、熱処理する場合の温度は120℃以上が好ましく、更に好ましくは130℃以上、特に好ましくは140℃以上が適当である。このような温度で処理しなければならぬ理由は明確ではないが、塗布し乾燥されたイオン交換樹脂層は、まだポリマー分子どうしの配列がみだれており、ポリマーを溶解しうる溶媒があれば非常に溶解しやすい構造となっているのに対し、120℃以上の高温で処理すると熱の影響でポリマーどうしが複雑にからみあい容易には溶媒に溶けない状態に変わるものと推定している。

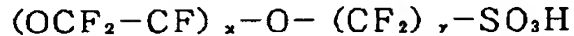
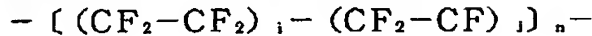
【0018】熱処理する際の温度の上限は、事実上ポリマーが変質することがなければどんな温度でもよいが、実際には250℃以下、好ましくは200℃以下がポリマーに影響を与えることが少ないので望ましい。第一層の厚みは、ガス拡散電極の種類によっても異なるので経験的に決められる場合が多い。又、溶液が電極内にしみ込むため、厚みとして一義的に決められない面もある。しかし、電極触媒にガスの拡散が十分になされる厚みである必要があり、通常は電極触媒表面で5μm以下、好ましくは1μm以下であることが望ましい。

【0019】第二層以降を塗布する場合、単純に第一層上にイオン交換樹脂成分を含む溶液を塗布するだけでもよい。しかし、任意の厚みを塗布しようとする場合、何度も塗り重ねる必要がある。その場合、第一層上に一定量の溶液を塗布し100℃以下で乾燥させ、次に120℃以上で熱処理した後、更にその上に同様な方法で塗り重ねてゆき、第二層以降が任意の厚みになるまで繰り返す方法が好ましい。又第二層以降は、第一層と異なる交換容量を持つイオン交換樹脂成分を塗布することもでき



る。

【0020】第一層以外の厚みは、イオン交換樹脂層の電気抵抗を削減する意味では薄ければ薄い程良いが、燃料電池を構成する際の強度面や、通電時に電極どうしがショートする危険がないようにすること等を考慮して決定する必要がある。このようなことに配慮した場合、第二層以降の合計厚みとしては、5 μm 以上は必要であ



(式中 $x=0\sim 2$; $y=2\sim 3$; $i/j=0\sim 10$)

【0023】イオン交換樹脂成分の当量重量は、電気抵抗面からは小さい程良いが、余りに小さすぎると強度が弱くなる等の問題があるので、実用的には1100 g/e q \sim 600 g/e q が好ましい。イオン交換樹脂成分を含む溶液の溶媒は、特に限定されないが、例えばイソプロパノール、プロパノール、エタノール、メタノール等に水を加えた混合溶媒を用いることができる。

【0024】図1は本発明の接合体を模式化して示したものである。図1において、ガス拡散電極1は、疎水化層2と電極触媒層3からなっており、電極触媒層3の内部から表面までに固体高分子電解質層第一層4が形成されている。固体高分子電解質層第一層4上には固体高分子電解質層第二層5が形成され、更にその上に固体高分子層第三層6が形成されている。電極触媒層3にはカーボン7上に担持された電極触媒微粒子8があり、その上に固体高分子電解質層第一層4がコーティングされている。

【0025】固体高分子層第一層は、電極触媒層3内に一部がしみこみ電極触媒微粒子8が担持されたカーボン7上も覆っている。電極触媒層3には空孔9があり、この空孔9によりガスが電極触媒8に供給される。固体高分子電解質層第一層4は、電極触媒層3内にある空孔9を閉塞しガスの流通を阻害しない程度の厚さである必要がある。このため、固体高分子電解質層第二層以降を塗布する際は、固体高分子電解質層第一層が再度溶解したり或は第一層を通して固体高分子電解質成分がしみこみ、この空孔を小さくしたり閉塞しないようにすることが肝心である。本発明の方法により第一層を形成すると、このようなことは起こらないので高性能な燃料電池を構成できる。

【0026】図1のような固体高分子電解質層と電極との接合体を用いて燃料電池を構成する際には、二層以上

り、10 μm 以上が更に好ましい。

【0021】本発明に用いられる、イオン交換樹脂成分を含む溶液としては、フッ素系イオン交換樹脂成分を含むものであれば何でもよいが、例えば次の化学式を持つポリマーであることが好ましい。

【0022】

【化1】

の固体高分子電解質層を有する電極ともう一方は第一層のみを有する電極とを、固体高分子電解質の層を有する側どうしを密着させ、熱プレス接合する方法や、二層以上の固体高分子電解質層を持つ電極どうしを同様に接合する方法が好ましい。一方の電極には二層以上の固体高分子電解質層を有する電極とこのような層を持たない電極との接合は、電極との密着性が悪くなり、電気抵抗が高くなる傾向があり好ましくない。

【0027】固体高分子電解質層を有する電極を接合する際の温度は、固体高分子電解質がある程度やわらかくなる温度であることが好ましく、通常120 $^{\circ}\text{C}$ 以上、良好な接着を得るには140 $^{\circ}\text{C}$ 以上が好ましい。接合する際の圧力は、接合温度に対し良好な接着の得やすい圧力に決めればよく、特に限定されない。このようにして、本発明の作成方法で得られた固体高分子電解質層と電極との接合体を用いて燃料電池を構成し、酸素ガス及び水素ガスを原料に電気を取り出すと、従来の電極とイオン交換膜接合体を用いた場合より高い燃料電池出力が得られ、その安定性も従来のものと変わらない。

【0028】かくして、本発明は燃料電池用固体高分子電解質と電極との接合体を作成する際、電極上に高分子電解質となる層をスルホン酸基を含むフッ素系ポリマーの溶液を電極触媒を有する側に塗布し熱処理することにより第一層を形成し、更に第一層上にスルホン酸基を含むフッ素系ポリマー溶液を塗布することにより、第二層以降の層を形成させることにより形成されるので、固体高分子電解質の層を薄くでき、接合界面や固体高分子電解質層の電気抵抗、物質移動抵抗が小さい密着性のすぐれており、出力の大きい燃料電池を構成できる。

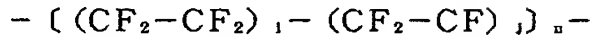
【0029】次に本発明を実施例により説明するが、これに限定されるものではない。

【0030】

【実施例】

【0031】

【実施例1】下記化2に示される当量重量1000g／
eqの固体高分子電解質であるイオン交換樹脂成分5重



(iは当量重量に見合う値)

【0033】溶液Aの組成は、プロピルアルコール85部、水10部、イオン交換樹脂成分5部を含むものとした。燃料電池用ガス拡散電極としては、サイズ3cm×3cmのE-TEK社製で白金触媒が0.35mg/cm²であるもの2枚を準備した。この2枚の電極の触媒面に、溶液Aを117mgずつ塗布し40℃の温度で約1時間乾燥させた。その後さらに温度140℃の熱風乾燥機内で10分間熱処理し、第一層を形成した。第一層を形成させた後、二枚の電極の第一層上に、117mgの溶液Aを塗布し、40℃で1時間乾燥させ、更に140℃の熱風乾燥機内で10分間熱処理し第二層を形成させた。第二層を形成させた後、第三層、第四層、第五層迄を第二層と同様な方法で形成した。

【0034】次に、この二枚の電極の塗布層側どうしを密着させ熱プレス装置で、145℃、60kg/cm²の条件で90秒間熱プレスし、接合体Bを得た。このようにして作成された接合体Bは、固体高分子電解質層の厚みは約20μmで、接合状態も強固で簡単に剥離しなかった。この接合体Bをその両側に電気を取り出すための給電体を密着させてガスの取り入れ口及び抜き出し口がある内寸2cm×2cm、外寸3cm×3cmフランジの間に装着して燃料電池本体を構成した。燃料電池を外部負荷に接続し、一方に水素ガス、もう一方に酸素ガスを供給しつつ55℃、1atmの条件で出力電流と出力電圧を測定した。その結果を図2に示す。

【0035】

【比較例1】実施例1と全く同様の溶液A及びガス拡散電極を準備した。又イオン交換膜としてフッ素系のスルホン酸型のイオン交換膜であるDuPont社のナフィオン117も合わせて準備した。実施例1と同一の電極二枚を準備し、140℃で熱処理を行なわない以外は実施例1と全く同様な条件で第一層を形成した。

【0036】イオン交換膜は、あらかじめ8%硫酸2時

量%を含む溶液Aを準備した。

【0032】

【化2】

間100℃で処理し、その後純水で洗浄したのち約1時間沸騰した純水中に浸漬しておいた。イオン交換膜の表面の水滴をふきとった後、二枚の電極の塗布面をイオン交換膜側に向けて密着させ、熱プレス装置で、145℃、60kg/cm²の条件で90秒間熱プレスし、接合体Cを得た。

【0037】この接合体Cを実施例1と全く同様に、燃料電池を構成して性能を測定した。結果を図2に示す。本発明方法で作成された燃料電池用固体高分子電解質層と電極との接合体は、燃料電池性能が良いことが明白である。

【0038】

【発明の効果】本発明の製作方法によって、燃料電池用固体高分子電解質と電極との接合体を製作する際、固体高分子電解質層を薄く形成できるので、固体高分子電解質層の電気抵抗、物質移動抵抗が小さい密着性のすぐれた、出力の大きい燃料電池を構成できる。

【図面の簡単な説明】

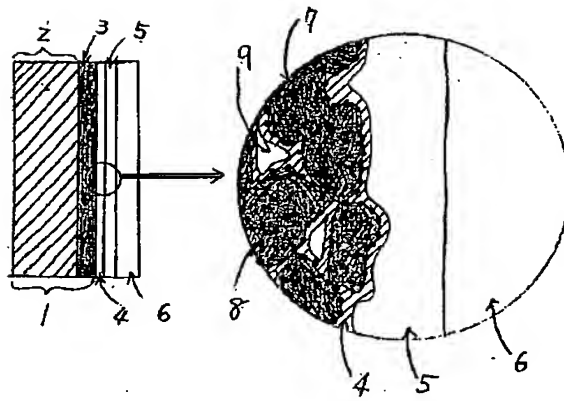
【図1】本発明の固体高分子電解質と電極との接合体を模式化して示した断面図、及びその部分拡大図である。

【図2】本発明の実施例1及び比較例1の固体高分子電解質燃料電池の出力電流と出力電圧の特性を示したグラフ図である。

【符号の説明】

- 1 ガス拡散電極
- 2 疎水化層
- 3 電極触媒層
- 4 固体高分子電解質層第一層
- 5 固体高分子電解質層第二層
- 6 固体高分子電解質層第三層
- 7 カーボン
- 8 電極触媒微粒子
- 9 空孔

【図1】



【図2】

